

09/869322

JC18 PCT/PTO 24 JUL 2001

DOCKET NO.: 209326US2PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: TAJIMA Tsuneyoshi et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HEREWITH

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP00/07926

INTERNATIONAL FILING DATE: November 10, 2000

FOR: PERMANENT-MAGNET MOTOR AND ITS MANUFACTURING METHOD

#3, Priority
Hawkins
12/11/01

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

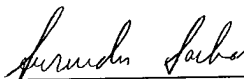
COUNTRY
Japan

APPLICATION NO
11-353721

DAY/MONTH/YEAR
13 December 1999

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP00/07926.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

PCT/JP00/07926

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

10.11.00

JKU

JP00/7926

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

09/869322

出 願 年 月 日
Date of Application:

1999年12月13日

REC'D 03 JAN 2001

出 願 番 号
Application Number:

平成11年特許願第353721号

WIPO PCT

出 願 人
Applicant (s):

三菱電機株式会社

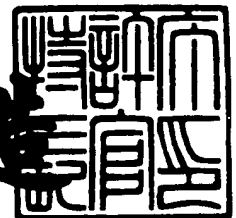
73, Priority
Hawkins
12/11/01

PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2000年12月15日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2000-3103587

【書類名】 特許願

【整理番号】 521367JP01

【提出日】 平成11年12月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 1/27

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 田島 庸賀

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 及川 智明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 風間 修

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 増本 浩二

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 加藤 政紀

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号 三菱電機株式会
社内

【氏名】 馬場 和彦

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100099461

【弁理士】

【氏名又は名称】 溝井 章司

【選任した代理人】

【識別番号】 100111497

【弁理士】

【氏名又は名称】 波田 啓子

【選任した代理人】

【識別番号】 100111800

【弁理士】

【氏名又は名称】 竹内 三明

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056177

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9903016

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 永久磁石形モータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石と、を有する回転子とを備えた永久磁石形モータにおいて、

前記永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、前記永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項 2】 前記回転子は、複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成し、前記永久磁石挿入用の収容孔に前記永久磁石を挿着する構成とし、更に前記永久磁石と前記空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を前記回転子鉄心抜板の板厚の±30%以内としたことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石形モータ。

【請求項 3】 前記回転子鉄心の外周部に前記永久磁石を装着し、この永久磁石の外周部に非磁性の保護パイプを嵌着して前記回転子を構成したことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石形モータ。

【請求項 4】 前記回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔の外径側の円弧の半径を R とし、この収容孔に挿入される前記永久磁石の外径側の円弧の半径を r とした場合、 $R < r$ となるように設定したことを特徴とする請求項 2 に記載の永久磁石形モータ。

【請求項 5】 前記固定子に、ティース部に直接巻線を巻回する集中巻固定子を用いたことを特徴とする請求項 2 記載の永久磁石形モータ。

【請求項 6】 前記永久磁石の内径側凸の半径を外径側凸の半径よりも小さくしたことを特徴とする請求項 1 記載の永久磁石形モータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、空気調和機や冷蔵庫用圧縮機等に用いられる永久磁石形モータに

関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来例 1.

図 7 は従来の永久磁石形モータを示す断面図である。図に示すように、モータの回転子に永久磁石を用いる永久磁石形モータは、外周近傍に複数の永久磁石挿入用の収容孔 1 3 を設けた回転子鉄心 1 2 に断面が円弧状をなす永久磁石 1 4 を挿入して組み込むことによって構成されており、各永久磁石 1 4 は、凸部側が外側を向くように配置されている。

【0 0 0 3】

そして、各永久磁石 1 4 は、図 8 に示すように各部の磁気配向 1 5 が回転子 1 0 の中心と永久磁石 1 4 の周方向中央部とを結ぶ直線と平行となるように、換言すれば磁気配向中心が無窮遠となるように着磁されている。なお、回転子鉄心 1 2 は、収容孔 1 3 が形成されたケイ素鋼板を多数枚積層して構成されたものである。

【0 0 0 4】

しかしながら、従来例 1 の構成のものでは、回転子 1 0 と固定子 1 との間の永久磁石 1 4 による空隙磁束密度分布が正弦波と大きく異なるため、コギングトルクが大きく、振動や騒音が大きいという問題点を有していた。

【0 0 0 5】

従来例 2.

この問題点を解決する手段として、図 9 に示すものが考えられる。この回転子 1 0 は、各永久磁石 1 4 の各部の磁気配向 1 5 の焦点を回転子 1 0 の外側に設けるように着磁されている。

【0 0 0 6】

上記の手段により、永久磁石 1 4 による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできる。

【0 0 0 7】

ところが、上記したような構成のモータにおいては、永久磁石 1 4 を製造する際に磁気配向 1 5 を永久磁石 1 4 の凸部側に集中させなければならず、すなわち、永久磁石自身の形状による円弧の中心と磁気配向の中心とが逆方向となるため、永久磁石製造工程の成形時の圧縮方向と磁束方向が異なるため、永久磁石自身の残留磁束密度が低下し、これに伴ってモータ効率が低下するという問題点を有している。

【0 0 0 8】

従来例 3.

また、上記従来例 1 の問題点を解決する他の手段として、図 1 0 に示す構成のものも考えられる。この回転子 1 0 は、各永久磁石 1 4 を回転子鉄心 1 2 に凸部側が内側を向くように配置し、各永久磁石 1 4 の各部の磁気配向 1 5 の焦点を回転子 1 0 の外側に設けるように着磁されている。

【0 0 0 9】

上記の手段によれば、永久磁石 1 4 による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできると共に、永久磁石 1 4 を製造する際に磁気配向 1 5 を永久磁石 1 4 の凹部側に集中させればよく、すなわち、永久磁石自身の形状による円弧の中心と磁気配向の中心とが同じ方向となるので、成形時の圧縮方向と磁束方向が同一となり、永久磁石自身の残留磁束密度が低下しないので、モータ効率が悪化することもない。

【0 0 1 0】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記したような従来例 3 の回転子の構成では、図 1 1 に示すように空隙 5 と各永久磁石 1 4 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a の厚みが増加し、磁気抵抗が低くなり、コイル 4 の電流により発生する磁束 2 0 の内、回転子鉄心部分 1 2 a を通過し固定子鉄心 2 のティース 3 との間で短絡する磁束の量が増加する。これに伴い、この磁束に含まれる基本波成分や高調波成分により発生するトルクリップルも大きくなり、振動や騒音が大きくなるという問題点を有している。

【0 0 1 1】

この発明は、かかる問題点を解決するためになされたもので、モータ効率を低下させることなく、振動や騒音を低減できる永久磁石を備えた永久磁石形モータモータを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

この発明に係る永久磁石形モータは、複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石と、を有する回転子とを備えた永久磁石形モータにおいて、永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたものである。

【0013】

また、回転子は、複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成し、永久磁石挿入用の収容孔に永久磁石を挿着する構成とし、更に永久磁石と空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の±30%以内としたものである。

【0014】

また、回転子鉄心の外周部に前記永久磁石を装着し、この永久磁石の外周部に非磁性の保護パイプを嵌着して回転子を構成したものである。

【0015】

また、回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔の外径側の円弧の半径を R とし、この収容孔に挿入される永久磁石の外径側の円弧の半径を r とした場合、 $R < r$ となるように設定したものである。

【0016】

また、永久磁石と空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の±30%以内としたものにおいて、固定子のティース部に直接巻線を巻回する集中巻固定子を施したものである。

【0017】

また、永久磁石の内径側凸の半径を外径側凸の半径よりも小さくしたものである。

る。

【0018】

【発明の実施の形態】

実施の形態 1.

以下、この発明の実施の形態 1 を図面を参照して説明する。

図 1～3 は実施の形態 1 を示す図で、図 1 は永久磁石形モータの断面図、図 2 は永久磁石の磁気配向状態を示す図と磁束密度分布図、図 3 は図 1 の要部拡大図である。

図 1 において、固定子 1 は、環状をなす固定子鉄心 2 と、この固定子鉄心 2 に形成された複数のティース 3 と、これらティース 3 に巻回されたコイル 4 とから構成されている。

【0019】

固定子 1 の内側には、空隙 5 を介して回転子 10 が回転可能に配設されている。この回転子 10 は、回転軸 11 と、この回転軸 11 の外周部に設けられた回転子鉄心 12 と、この回転子鉄心 12 に形成された永久磁石挿入用の収容孔 13 に、永久磁石 14 を軸方向から挿入して組み込むことによって構成されている。なお、回転子鉄心 12 は、収容孔 13 が形成されたケイ素鋼板を多数枚積層して構成されたものである。

【0020】

上記回転子鉄心 12 に設けられた収容孔 13 は、内径側と外径側の両方に凸となる形状となっており、また、永久磁石 14 と空隙 5 とを隔てる回転子鉄心部分 12a の径方向の厚み寸法 t が回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内になるように設定されている。

【0021】

また、永久磁石 14 は、前記収容孔 13 にほぼ相似となる形状となっており、ともに、N 極と S 極とが交互になるように、かつ図 2 に示すように、各部の磁気配向 15 の焦点が回転子 10 の外側になるように着磁されている。

【0022】

このように構成された永久磁石形モータにおいては、永久磁石 14 による空隙

磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくできる。

【0023】

なお、図2では、磁気配向15の焦点が1ヶ所となっているが、回転子10の外側であれば焦点が複数ヶ所に分かれても同様の効果を有することができる。

【0024】

また、磁気配向15をその焦点が回転子10の外径にくるように設定しているが、永久磁石14の断面が内径側にも凸となっており、かつ内径側凸のRを外径側凸のRよりも小さくすれば、永久磁石成形時の圧縮方向と磁束の方向が概略等しくなり、残留磁束密度が低下することがない。

【0025】

また、内径側凸のRを外径側凸のRよりも大きくしたい場合には、永久磁石成形時は内径側凸のRを外径側凸のRよりも小さくして成形し、後から外径側Rを大きくするように切削すれば同様の効果が得られる。

【0026】

以上のように、永久磁石14自身の残留磁束密度が低下することがなくなるので、モータ効率が低下してしまうという問題もない。

【0027】

さらに、収容孔13および永久磁石14は外径側にも凸となる形状となっておりとともに、空隙5と各永久磁石14とを隔てる回転子鉄心部分12aの径方向の厚み寸法を薄くしたので、この部分の磁気抵抗が大きくなり、図3に示すようにここを通る磁束の数を制限することができる。したがって、コイル4の電流により発生する磁束20の内、前記回転子鉄心部分12aと固定子鉄心2のテイス3との間で短絡してしまう磁束の量を少なくすることができるので、この磁束の高調波成分により発生するトルクリプルが低減され、振動や騒音を小さくできる。

【0028】

なお、前記回転子鉄心12の空隙5と永久磁石14とを隔てる回転子鉄心部分

1 2 a の径方向の厚み寸法は、板の打抜性と磁気抵抗より、板厚の±30%程度が望ましい。

【0029】

実施の形態 2.

以下、この発明の実施の形態 2 を図面を参照して説明する。

図 4 は実施の形態 2 を示す図で、永久磁石型モータの回転子の断面図である。図 4 に示すように、回転子鉄心 1 2 の外周部に永久磁石 1 4 を配置し、この永久磁石 1 4 を非磁性のパイプ 1 6 を嵌着して保護する構成とすることにより、回転子鉄心 1 2 と固定子鉄心 2 との間で短絡する磁束がさらに減少し、これに伴いトルクリップルも低減されるので、振動や騒音を小さくできる。

【0030】

実施の形態 3.

以下、この発明の実施の形態 3 を図面を参照して説明する。

図 5 は実施の形態 3 を示す図で、回転子の 1 極分の断面図である。図に示すように、回転子鉄心 1 2 に設けられた収容孔 1 3 の外径側の円弧の半径を R 、永久磁石 1 4 の外径側の円弧の半径を r とした場合に、 $R < r$ となるように設定したので、永久磁石 1 4 と空隙 5 とを隔てる回転子鉄心部分 1 2 a と永久磁石 1 4 の周方向における中央付近での接触がなくなり、回転子 1 0 の高速回転時に生じる遠心力による回転子鉄心部分 1 2 a の中央部付近から両端部に作用する大きな慣性モーメントがなくなるので、せん断応力を減少させることができる。したがって、本実施の形態によれば、回転子の変形及び破断を防止できる。

【0031】

実施の形態 4.

以下、この発明の実施の形態 4 を図面を参照して説明する。

図 6 は実施の形態 4 を示す図で、永久磁石型モータの断面図である。実施の形態 1 ~ 3 では、固定子は分布巻固定子であるものとしたが、図 6 に示すように、固定子 1 は、環状をなす固定子鉄心 2 と、この固定子鉄心 2 に形成された複数のティース 3 と、これらティース 3 に直接巻回されたコイル 4 とから構成される集中巻固定子であるものとした場合、以下のような利点がある。

【0032】

集中巻固定子では、コイル4の電流により発生する磁束の内、空隙5と各永久磁石14とを隔てる回転子鉄心部分12aを通過し固定子鉄心2のティース3との間で短絡してしまう磁束による振動や音への影響が分布巻固定子のそれよりも大きいので、空隙5と各永久磁石14とを隔てる回転子鉄心部分12aの径方向の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の±30%以内になるように設定したことによるトルクリップル、すなわち騒音や振動の低減効果がより効果的になる。

【0033】

また、コイル4の高占積率化による高効率化のため、近年、固定子鉄心2を分割したティース3単体巻や、鉄心をストレート状や逆反り状に展開してティースに直接巻線を行うタイプの集中巻固定子が提案されている。このタイプの固定子は、分割により固定子剛性が弱く、騒音や振動が大きくなりがちであるため、本形態が高効率化と騒音、振動の低減の両立により効果的となる。

【0034】

ところで、本発明は上記し、かつ図面に示した各実施の形態にのみ限定されるものではなく、例えば永久磁石14の個数は6個以外でもよい等、要旨を逸脱しない範囲内で適宜変形して実施できる。

【0035】

【発明の効果】

この発明に係る永久磁石形モータは、永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたので、永久磁石による空隙磁束密度分布は、磁極の中央部において大きく、両端部において小さくなるので、正弦波に近い分布となり、これに伴いコギングトルクを低減でき、振動や騒音を小さくでき、また、残留磁束密度を低下させることなく磁石を製造することができるため、モータ効率が低下してしまうという問題もなくなる。

【0036】

また、回転子は、複数の永久磁石挿入用の収容孔を設けた回転子鉄心抜板を多数枚積層して回転子鉄心積層体を形成し、永久磁石挿入用の収容孔に永久磁石を

挿着する構成とし、更に永久磁石と空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたので、固定子コイルの電流により発生する磁束の内、回転子鉄心部分と固定子鉄心のティースとの間で短絡してしまう磁束の量が小さくなるので、この磁束の高調波成分により発生するトルクリップルが低減され、振動や騒音を小さくできる。

【0037】

また、回転子鉄心の外周部に前記永久磁石を装着し、この永久磁石の外周部に非磁性の保護パイプを嵌着して回転子を構成したので、回転子鉄心部分と固定子鉄心のティースとの間で短絡する磁束の量がさらに小さくなる。

【0038】

また、回転子鉄心に設けた永久磁石挿入用の収容孔の外径側の円弧の半径を R とし、この収容孔に挿入される永久磁石の外径側の円弧の半径を r とした場合、 $R < r$ となるように設定したので、永久磁石と空隙とを隔てる回転子鉄心部分と永久磁石の周方向における中央付近での接触がなくなり、回転子的高速回転時に生じる遠心力による、回転子の変形及び破断を防止できる。

【0039】

また、永久磁石と空隙との間を隔てる回転子鉄心の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内としたものにおいて、固定子のティース部に直接巻線を巻回する集中巻固定子を施したので、空隙と永久磁石とを隔てる回転子鉄心部分の径方向の厚み寸法を回転子鉄心抜板の板厚の $\pm 30\%$ 以内になるように設定したことによるトルクリップル、すなわち騒音や振動の低減効果がより効果的になる。

【0040】

また、永久磁石の内径側凸の半径を外径側凸の半径よりも小さくしたので、永久磁石成形時の圧縮方向と磁束の方向が概略等しくなり、残留磁束密度が低下することがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施の形態1を示す図で、永久磁石形モータの断面図である。

【図2】 実施の形態1を示す図で、永久磁石の磁気配向状態を示す図と磁

束密度分布図である。

【図 3】 実施の形態 1 を示す図で、図 1 の要部拡大図である。

【図 4】 実施の形態 2 を示す図で、永久磁石形モータの回転子の断面図である。

【図 5】 実施の形態 3 を示す図で、回転子の 1 極分の断面図である。

【図 6】 実施の形態 4 を示す図で、永久磁石形モータの断面図である。

【図 7】 従来の永久磁石形モータの断面図である。

【図 8】 従来の永久磁石の磁気配向状態を示す図と磁束密度分布図である。

【図 9】 他の従来の永久磁石の磁気配向状態を示す図と磁束密度分布図である。

【図 1 0】 さらに他の従来の永久磁石の磁気配向状態を示す図と磁束密度分布図である。

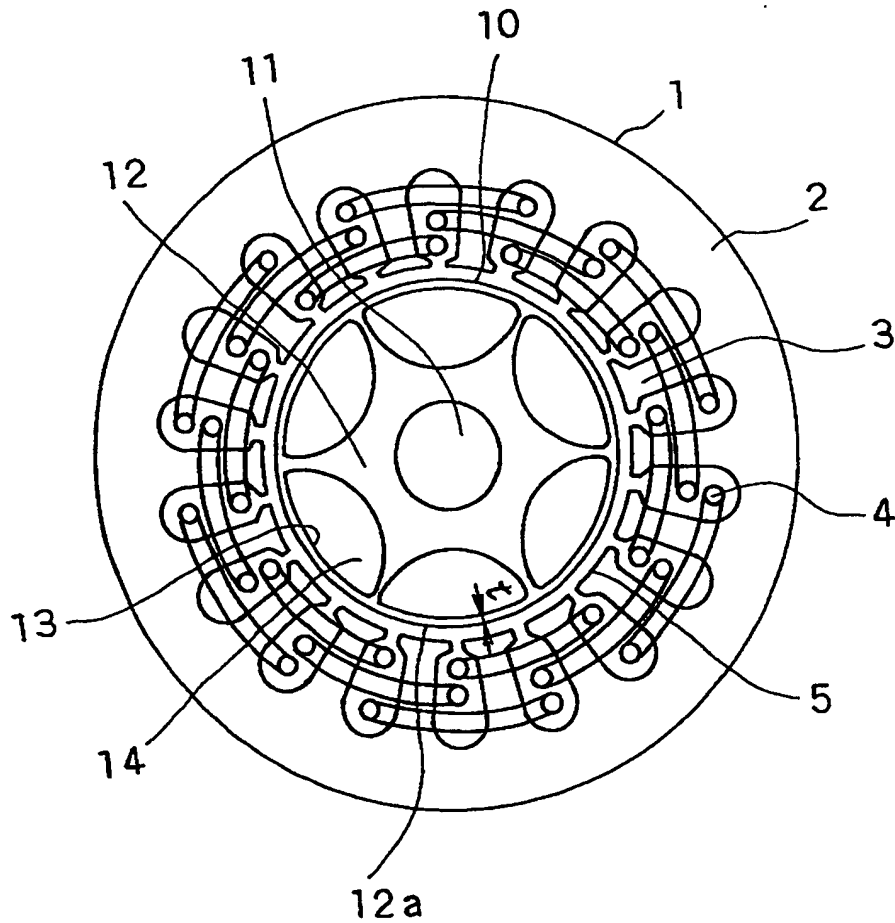
【図 1 1】 図 1 0 の要部拡大図である。

【符号の説明】

1 固定子、2 固定子鉄心、3 ティース、4 コイル、5 空隙、1 0 回転子、1 1 回転軸、1 2 回転子鉄心、1 3 収容孔、1 4 永久磁石、1 5 磁気配向、1 6 パイプ、2 0 磁束。

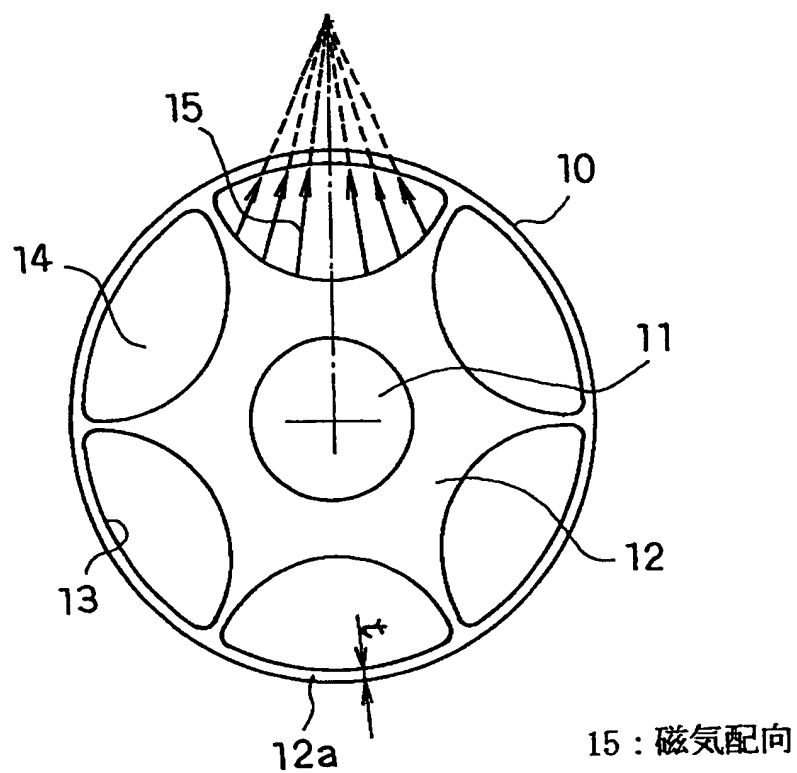
【書類名】 図面

【図 1】

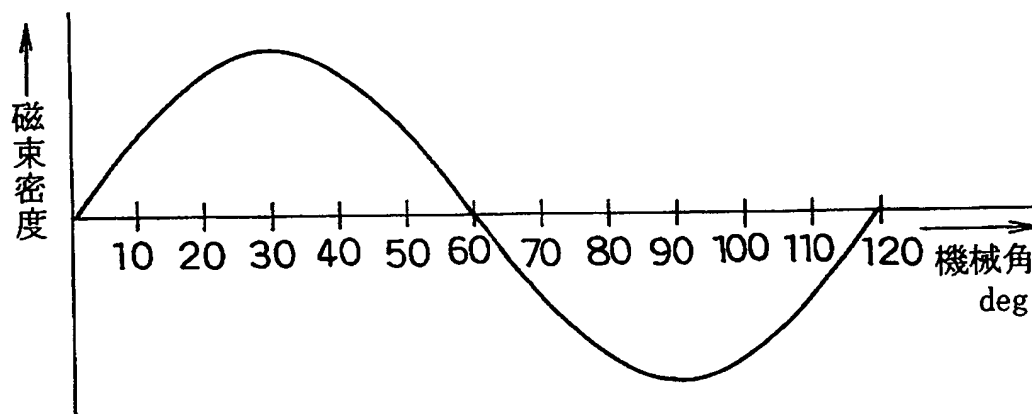


- | | |
|-----------|-------------------------------|
| 1 : 固定子 | 10 : 回転子 |
| 2 : 固定子鉄心 | 11 : 回転軸 |
| 3 : ティース | 12 : 回転鉄心 |
| 4 : コイル | 12a : 永久磁石と空隙とを隔てる
回転子鉄心部分 |
| 5 : 空隙 | 13 : 収容孔 |
| | 14 : 永久磁石 |

【図 2】

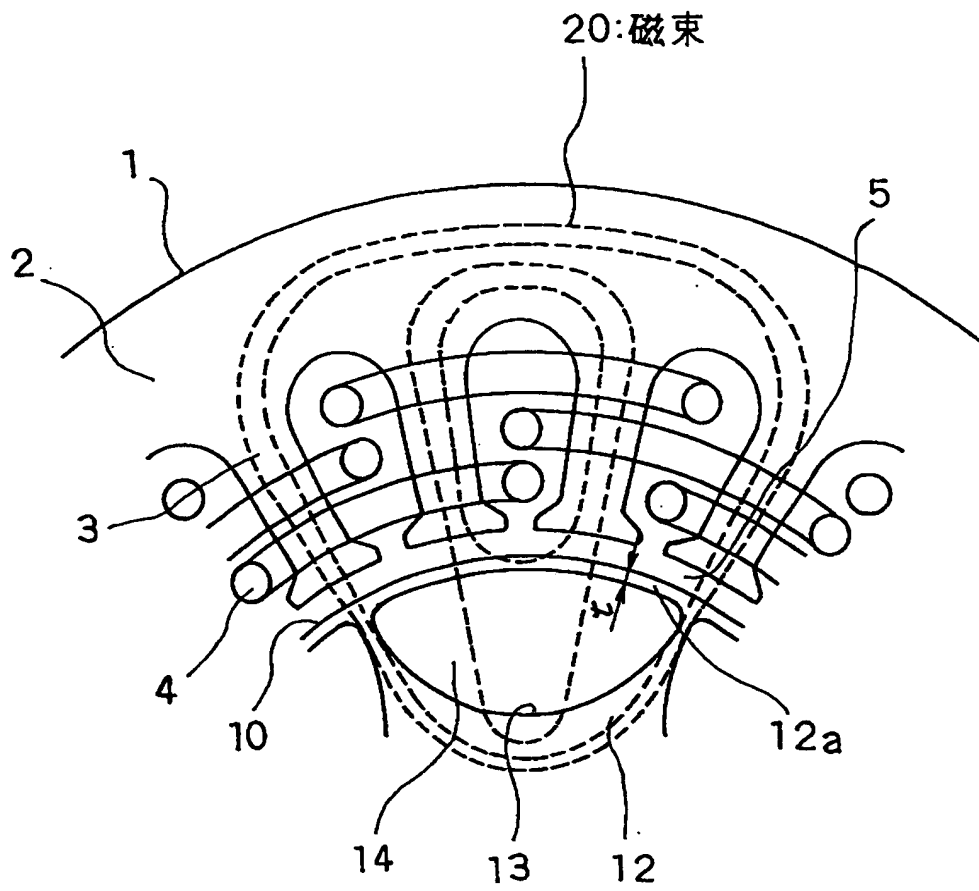


(a)

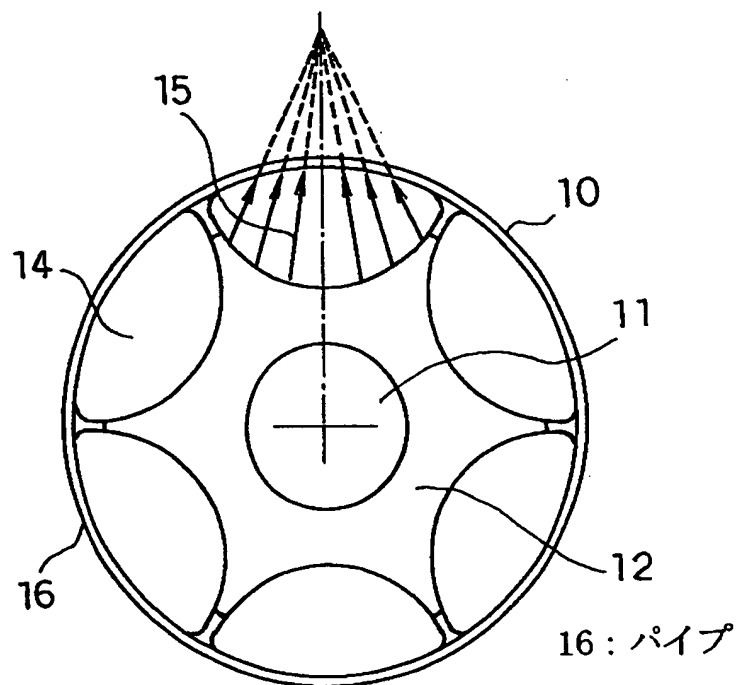


(b)

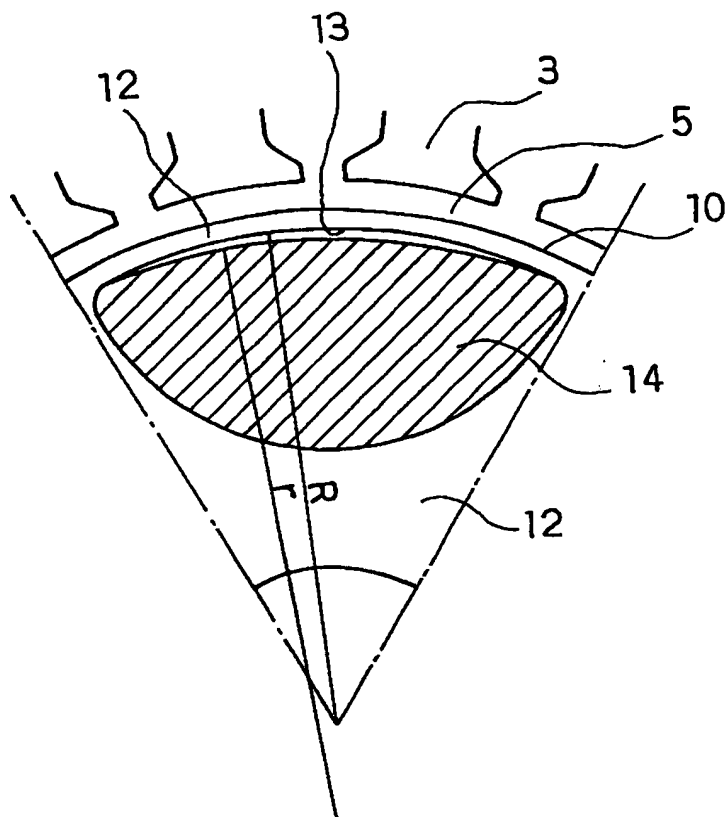
【図 3】



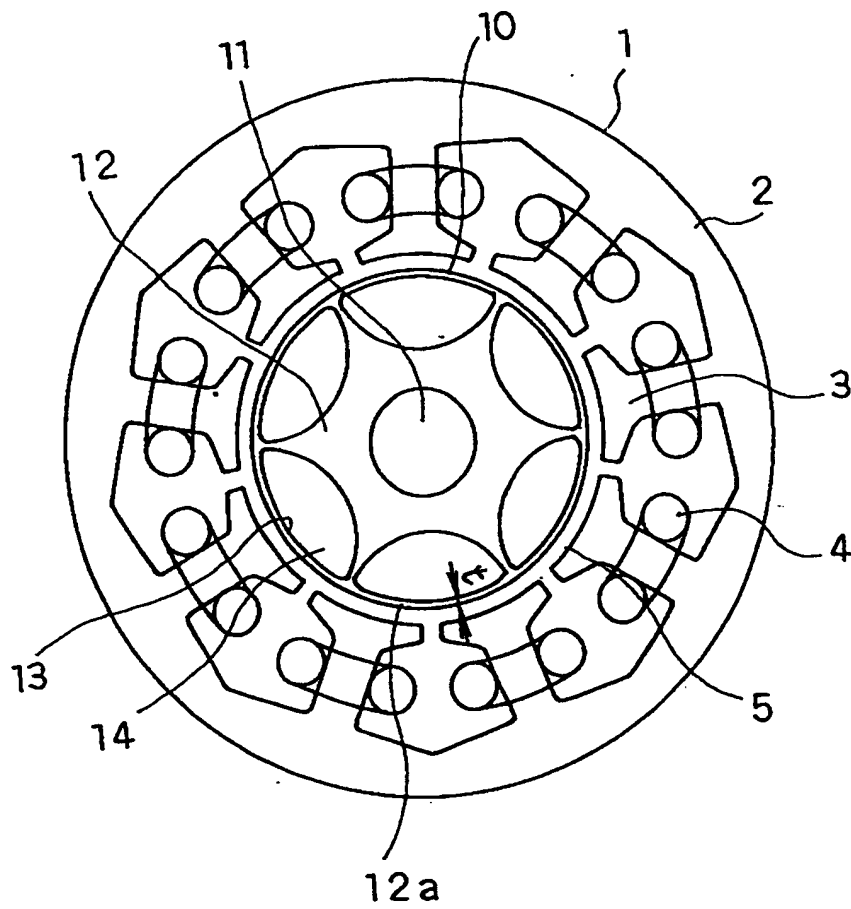
【図 4】



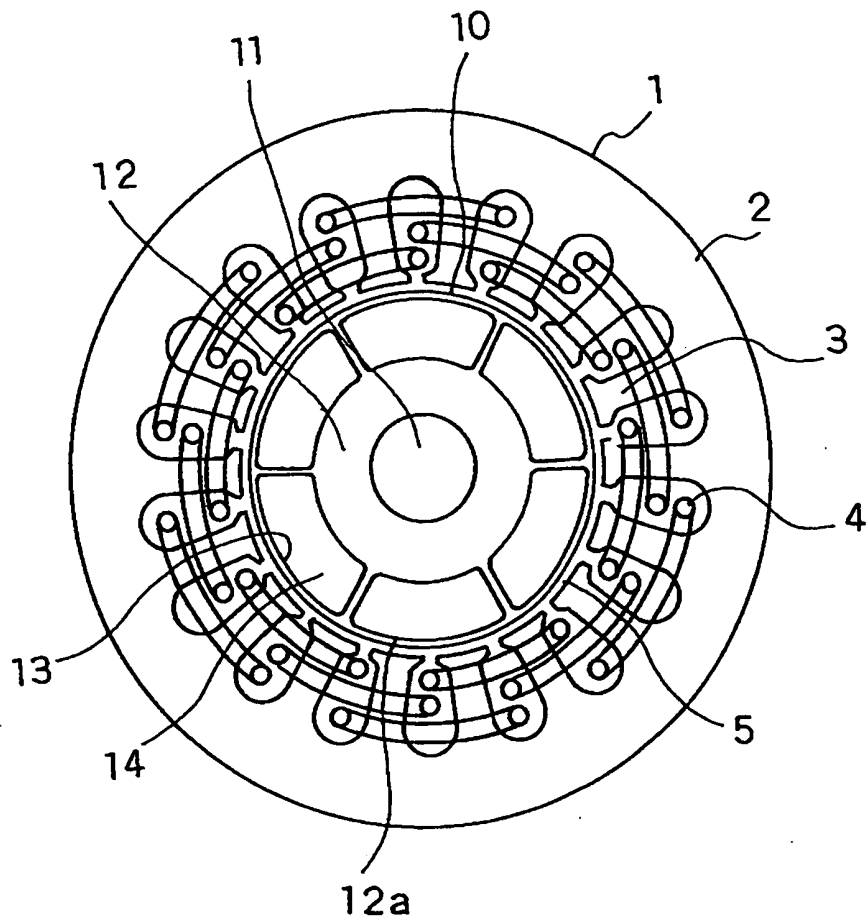
【図 5】



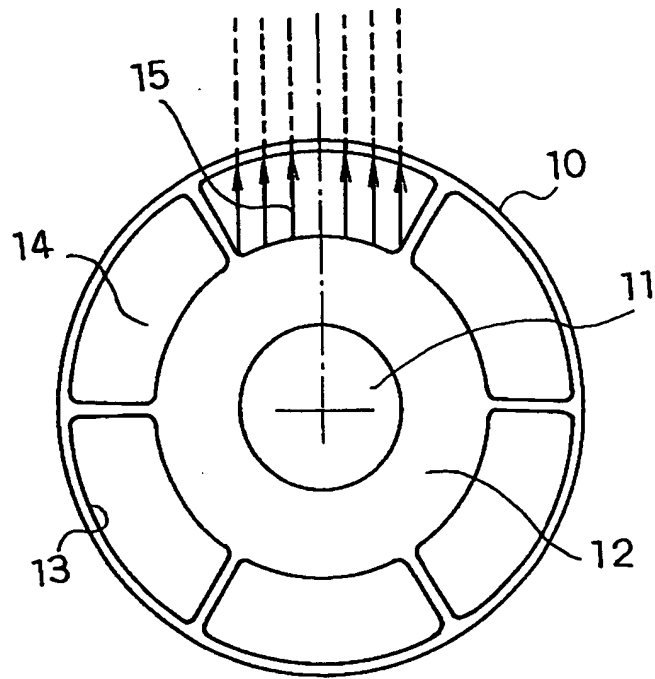
【図6】



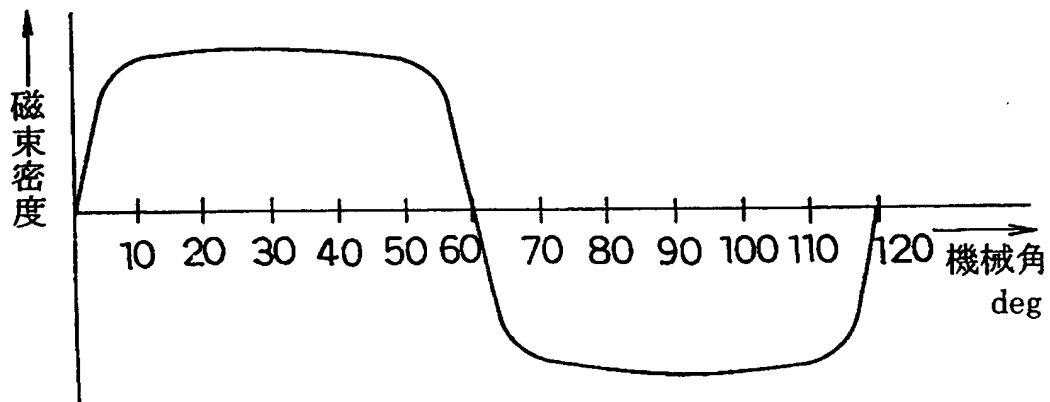
【図7】



【図 8】

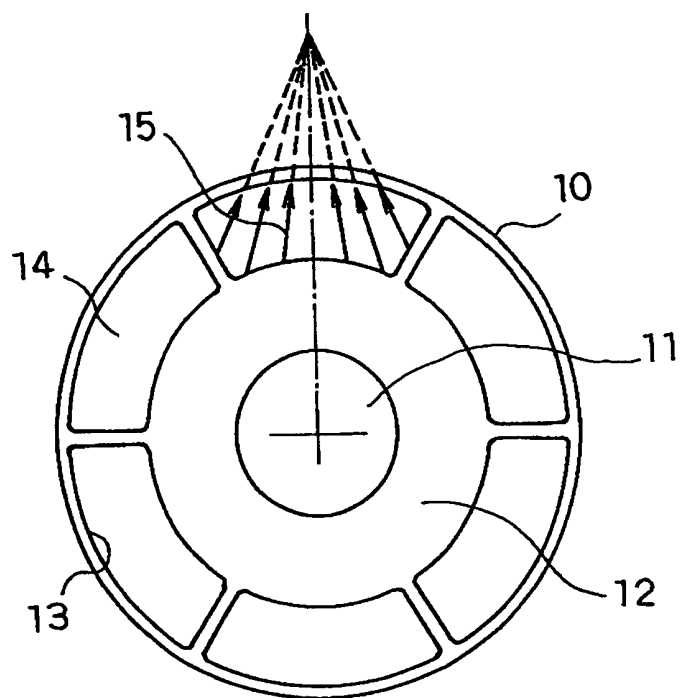


(a)

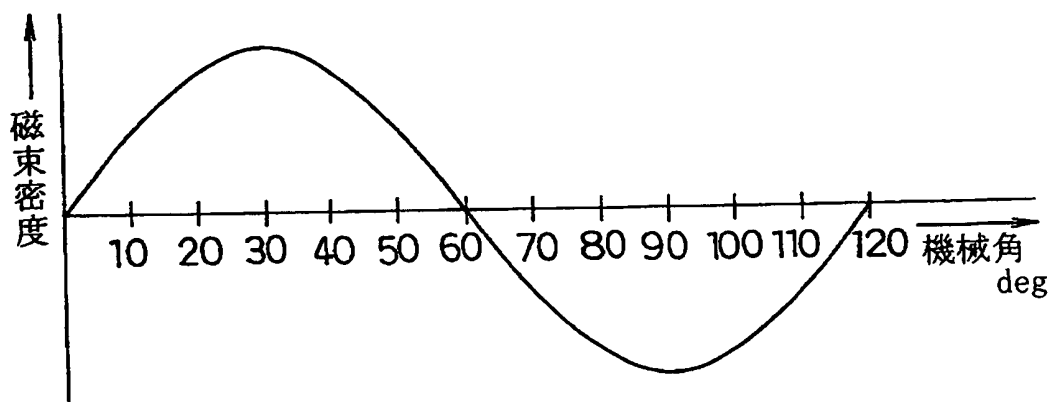


(b)

【图 9】

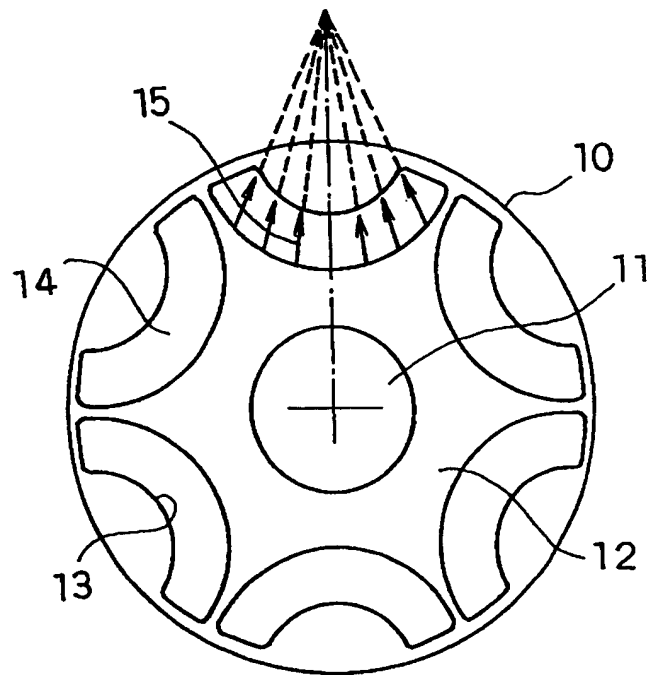


(a)

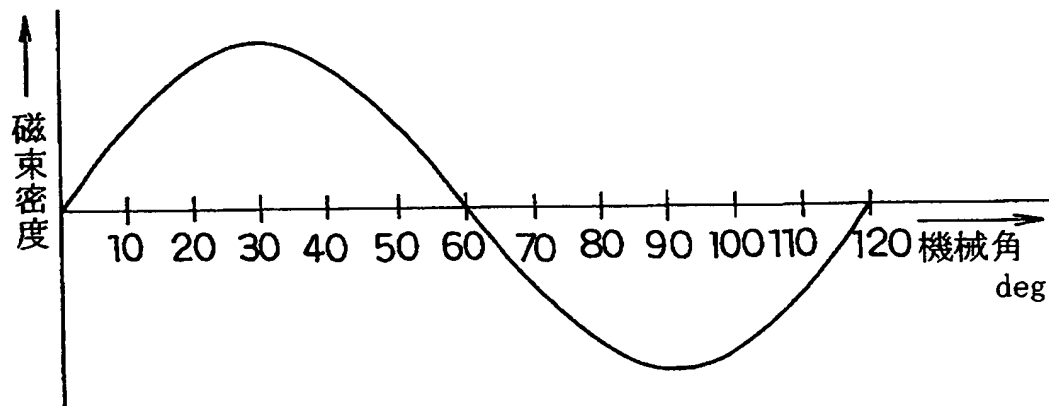


(b)

【図 1 0】

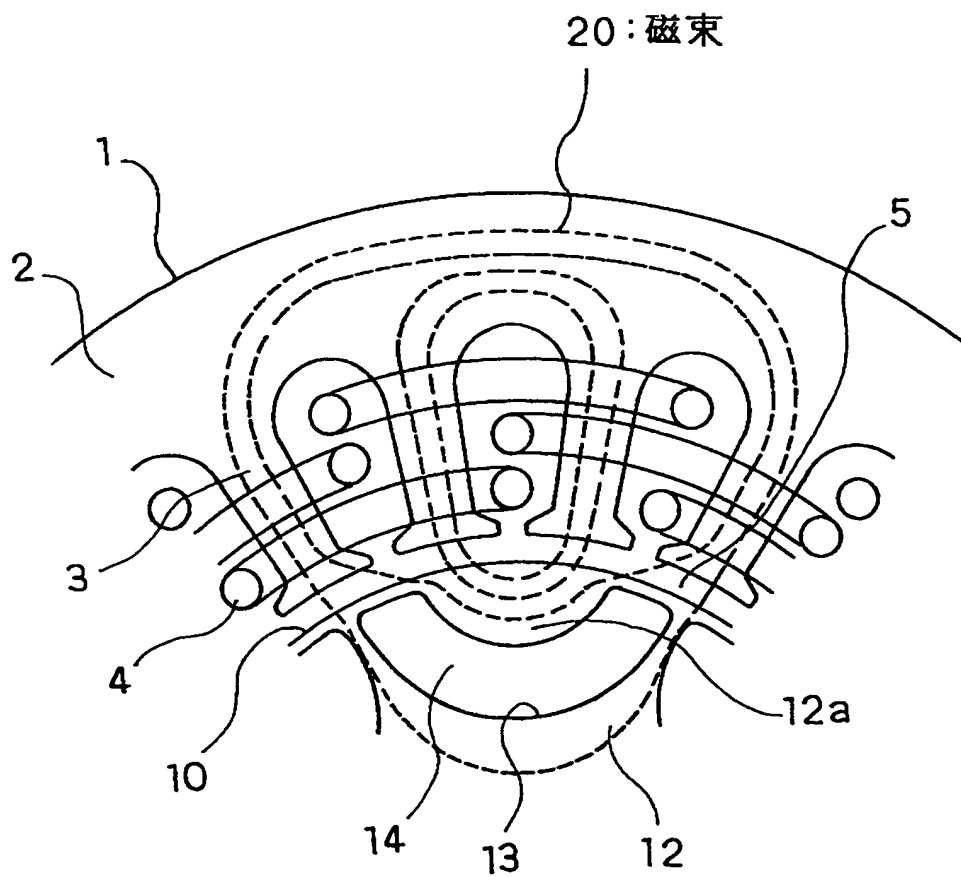


(a)



(b)

【図 1 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 モータ効率を低下させることなく、振動や騒音を低減できる永久磁石を備えた永久磁石形モータを提供すること。

【解決手段】 複数相の固定子巻線を有する固定子と、この固定子内側に空隙部分を介して対向配置され、回転子鉄心とこの回転子鉄心に設けられた永久磁石と、を有する回転子とを備えた永久磁石形モータにおいて、永久磁石を軸直角方向断面が内径側と外径側との両方に凸となる形状とすると共に、永久磁石の各磁極における磁気配向の焦点を前記回転子の外側に設けたものである。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日	1990年 8月24日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区丸の内2丁目2番3号
氏 名	三菱電機株式会社